

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-68810  
(P2003-68810A)

(43) 公開日 平成15年3月7日 (2003. 3. 7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース* (参考)
H 0 1 L 21/66		H 0 1 L 21/66	B 2 G 0 0 3
G 0 1 R 1/06		C 0 1 R 1/06	Z 2 G 0 1 1
31/26		31/26	J 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-73835(P2002-73835)  
(22) 出願日 平成14年3月18日 (2002. 3. 18)  
(31) 優先権主張番号 特願2001-178206(P2001-178206)  
(32) 優先日 平成13年6月13日 (2001. 6. 13)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(72) 発明者 前川 滋樹  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(73) 発明者 竹本 めぐみ  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(74) 代理人 100102439  
弁理士 宮田 金雄 (外1名)

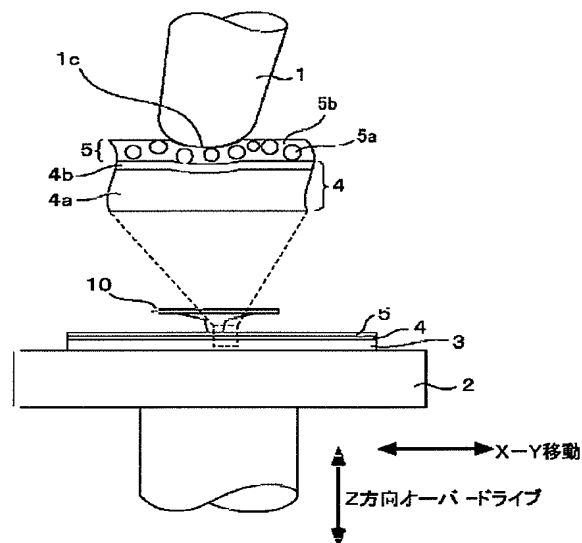
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブ先端付着異物の除去部材とその製造方法、プローブ先端付着異物のクリーニング方法、  
プローブおよびプロービング装置

(57) 【要約】

【課題】 プローブ先端が削れて細くなるのを防止し、  
長寿命化が可能なプローブ先端付着異物の除去部材を得  
る。

【解決手段】 プローブ先端付着異物の除去部材を、ベ  
ース板3と、ベース板3上に形成された第1の弾性部材  
4aと、第1の弾性部材4a上に形成された第2の弾性  
部材4bと、第2の弾性部材4b上に形成され硬質粒子  
5aとバインダ材料5bで構成された研磨層5と、で構  
成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベース板と、前記ベース板上に形成された第1の弾性部材と、前記第1の弾性部材上に形成された第2の弾性部材と、前記第2の弾性部材上に形成された硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層と、を備えたことを特徴とするプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項2】 前記第1の弾性部材のヤング率が、 $5\text{ kgf/mm}^2$ 以上 $400\text{ kgf/mm}^2$ 以下であることを特徴とする請求項1記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項3】 前記第2の弾性部材の膜厚が、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項4】 前記第2の弾性部材の引っ張り強さが、 $0.1\text{ kgf/mm}^2$ 以上であることを特徴とする請求項3記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項5】 前記研磨層に対する前記硬質粒子の体積比率が、5%以上70%以下であることを特徴とする請求項1記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項6】 前記硬質粒子の粒径が、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $9\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項7】 前記研磨層の表面に、さらに金、銀、銅あるいはアルミニウムに代表される軟質金属からなるオーバーコート膜を設けたことを特徴とする請求項1記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項8】 前記オーバーコート膜の膜厚が、 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項7記載のプローブ先端付着異物の除去部材。

【請求項9】 ベース基板上に第1の弾性部材を成膜する工程と、前記第1の弾性部材上に第2の弾性部材を成膜する工程と、前記第2の弾性部材上に硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層を成膜する工程と、を含んでなるプローブ先端付着異物の除去部材の製造方法。

【請求項10】 先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブを、ウエハステージ上に設置された請求項1ないし8のいずれか1項記載の除去部材上に閉ループ形状の軌跡を描くべく滑り動作させて、前記プローブの先端付着異物を除去させることを特徴とするプローブ先端付着異物のクリーニング方法。

【請求項11】 先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈し、請求項10記載のクリーニング方法によって前記先端付着異物を除去されたプローブ。

【請求項12】 先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブと、請求項1ないし8のいずれか1項記載のプローブ先端付着異物の除去部材と、設置された前記除去部材上で前記プローブを閉ループ形状の軌跡に滑り動作可能なように設けられた水

平方向および上下方向に移動可能なウエハステージと、を備えたことを特徴とするプロービング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体集積回路もしくは表示デバイスの動作テスト（プロービング）技術に関わり、上記半導体集積回路もしくは表示デバイスの動作テスト用パッドに接触させるプローブの先端の付着異物、例えば金属や金属酸化物および電気的接触を阻害する汚染物質等を除去することを目的とした除去部材、その製造方法、その除去部材を適用したプローブ先端付着異物のクリーニング方法、その除去部材によってクリーニングされたプローブおよびその除去部材を適用したプロービング装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、半導体ウエハ上に形成された半導体集積回路（以下、半導体チップと言う）の電気的特性を測定するプロービング装置と上記半導体チップの間でやりとりされる電気信号のインターフェイスとなるプローブカードのプローブは、半導体チップに設けられたアルミニウム合金のボンディングパッドを削るように強制接触させられた。このため、プローブ先端には、パッド材料から削り取られたアルミニウムおよびアルミニウム酸化物もしくはボンディングパッド表面に残った汚染物質が付着した。この付着異物をプローブ先端から除去しなければ、プローブとボンディングパッド間の電気抵抗（接触抵抗）が増加するので、半導体チップの電気的特性の正確な測定が困難となった。また、プローブを長期間付着異物が堆積した状態で使用すると時間経過とともに電気抵抗が増大した。この対策として、所定回数のプロービングを行うごとにプローブ先端をクリーニングして付着異物を除去することが行われていた。

【0003】例えば、特開平7-244074号公報では、弾性を有する母材に研磨用の微粉研磨剤を混ぜ、シート状に成形して研磨シート、つまりクリーニングシートとし、このクリーニングシートを半導体ウエハとプローブカードの接触動作を実現するプロービング装置のウエハ移動テーブルに半導体ウエハの代りに取り付け、ウエハ移動テーブルを上下に移動させてプローブ先端をこのクリーニングシートの表面に押圧し、プローブの先端表面とクリーニングシート内に分散された研磨砥粒との間に接触摩擦を生ぜしめることにより、プローブ先端に付着した異物を除去する方法が開示されている。

【0004】また、本発明の発明者らによる発明として既に公開されている特開平11-97496号公報には、樹脂材料表面に引っ張り強度の高い金属薄膜をコーティングし、その金属薄膜表面にセラミックス層あるいは砥粒を固着した研磨層を設けたクリーニングシートを使って、プローブ先端に付着した異物を除去する技術が開示されている。

【0005】さらに、例えば特開平11-345846号公報あるいは特開平10-300777号公報には、弾性シートの上にクリーニング用薄膜を構成してクリーニングシートとし、このクリーニングシートを用いてプローブ先端に付着した異物を除去する技術が開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のプローブ先端に付着した異物を除去するためのクリーニングシートは、例えば以上のように弾性を有する母材に微粉研磨剤を混ぜて形成されているが、かかる方法を用いると、プローブの先端をクリーニングシートの表面に押圧する際にクリーニングシートが変形するので、図9に示すように、プローブ1の先端が母材102内に押入されるため、プローブ1が所定の範囲にわたって微粉研磨剤103によって研磨されてしまい、クリーニングを繰り返す実施する間にプローブ先端が削られて細くなり、最後には強度不足となってプローブ1自体が曲がったりあるいは折れたりしてしまう問題点があった。

【0007】また、本発明者らの研究により、プローブ先端と半導体電極パッドの接触性の問題からプローブ先端形状は、接触相手であるパッド電極材料の厚みと深く関係する特定の直径Rを有する略球面形状または略球面形状の一部に平坦部がある形状（以下、総括して略球面形状と言う）が好適であることが最近明らかになってきた。かかるプローブを用いた場合、従来のクリーニングシートによるクリーニング方法を適用すると、略球面形状を呈するプローブ先端がクリーニング動作によって削られ、変形させられてしまう結果、プローブの電気的な接触性が劣化するという問題点があった。

【0008】そこで、上述の諸問題解決のため本発明者らは、プローブ先端の形状に沿って変形しながら付着異物のクリーニングが可能なクリーニングシート、すなわち除去部材を発明し、かかる発明の内容を特開平11-97496号公報に開示したが、クリーニングシート表面に形成したセラミックスコーティング研磨層や砥粒研磨層の研磨材料の剥離や脱落による発塵の問題に関しては、さらなる改善の余地があった。

【0009】また、特開平10-300777号公報あるいは特開平11-345846号公報には上述の先行技術の目的と同様の目的、すなわちクリーニング時にプローブ先端が削られ変形されることを防止する目的により考案されたクリーニングシートに関する技術が開示されているが、プローブ先端の形状に沿いながら研磨機能を発揮するには後述するいくつかの問題が依然残されていた。

【0010】実際、上述の公開公報の記載内容に基づき製造・市販されているクリーニングシートを使ってプローブ先端をクリーニングしても、クリーニングシートの柔軟性不足、すなわち、クリーニングの撓み剛性が高い

ためプローブ先端部分とその接触圧力でクリーニングシート表面を塑性変形で傷つけ、砥粒層を深くえぐる結果、クリーニングシートの寿命が短くなる問題があった。また、プローブ先端面における異物付着領域を全てクリーニングできない等、実用化に際していくつかの問題が残されていた。

【0011】さらに、プローブ先端の効率的な研磨とクリーニングシートの研磨寿命の長寿命化を図るには、プローブ先端がクリーニングシートの表面と接触しながら円滑に滑る必要があり、プローブ先端形状を良好に維持できる理想的なクリーニングシート実現へのより一層の改善が不可欠であった。

【0012】また、近年の半導体電極パッドの狭ピッチ・多ピン化の傾向から、メンブレンプローブと呼ばれ、従来プローブカードのように針金属材料を使わず、平面的に電極の突起部分を並べたプローブが近い将来、多用されるようになると予想されるが、かかるメンブレンプローブの突起部分のクリーニングには突き刺し方法のクリーニングシートが使えない問題点があった。このメンブレンプローブと同様に針金を垂直配置して針立て密度を上げた垂直プローブタイプのプローブカードについても同様の問題、すなわち突き刺し方法のクリーニングシートが使えない問題点があり、高密度プローブカードの普及に対する障害となっていた。

【0013】この発明は上記のような諸問題を解消するために考案されたもので、プローブの先端が削られて細くなるのを防止し、プローブ先端形状を保持しながらプローブ先端の付着異物を除去することで、プローブの長寿命化を可能とするプローブ先端付着異物の除去部材、その除去部材の製造方法、その除去部材を用いたプローブの効率的なクリーニング方法、その除去部材によってクリーニングされたプローブ、およびその除去部材を適用したプロービング装置を提供することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、ベース板と、ベース板上に形成された第1の弾性部材と、第1の弾性部材上に形成された第2の弾性部材と、第2の弾性部材上に形成され硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層と、で構成した。

【0015】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の第1の弾性部材のヤング率を $5\text{ kgf/mm}^2$ 以上 $400\text{ kgf/mm}^2$ 以下とした。

【0016】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の第2の弾性部材の膜厚を $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下とした。

【0017】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の第2の弾性部材の引っ張り強さを $0.1\text{ kgf/mm}^2$ 以上とした。

【0018】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の研磨層に対する硬質粒子の体積比率を5%以上70%以下とした。

【0019】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の硬質粒子の粒径を0.1 $\mu$ m以上9 $\mu$ m以下とした。

【0020】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述の研磨層の表面に、さらに金、銀、銅あるいはアルミニウムに代表される軟質金属からなるオーバーコート膜を設ける構成とした。

【0021】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材は、上述のオーバーコート膜の膜厚を0.01 $\mu$ m以上3 $\mu$ m以下とした。

【0022】本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材の製造方法は、ベース基板上に第1の弾性部材を成膜する工程と、第1の弾性部材上に第2の弾性部材を成膜する工程と、第2の弾性部材上に硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層を成膜する工程と、を含んでなることとした。

【0023】本発明に係るプローブ先端付着異物のクリーニング方法は、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブを、ウエハステージ上に設置された上述の除去部材上に閉ループ形状の軌跡を描くべく滑り動作させてプローブの先端付着異物を除去させることとした。

【0024】本発明に係るプローブは、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈し、上述のクリーニング方法によって先端付着異物を除去した。

【0025】本発明に係るプロービング装置は、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブと、上述のプローブ先端付着異物の除去部材と、設置されたかかる除去部材上でこのプローブを閉ループ形状の軌跡に滑り動作可能なように設けられた水平方向および上下方向に移動可能なウエハステージと、を備えた。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明は、半導体チップのボンディングパッドと接触して半導体チップの動作をテストするテスト用プローブの球状を呈した先端部に付着した異物を除去する除去部材を、ベース板と、ベース板上に設けられプローブの接触により柔軟に変形可能とする材料物性、具体的には所定のヤング率を有した第1の弾性部材と、第1の弾性部材上に成膜されプローブの接触により生じる接触応力に対応可能とする引っ張り強さと膜厚を有した第2の弾性部材と、第2の弾性部材上に形成され硬質粒子とバインダ材料を所定の体積比率で混合してプローブの円滑な滑り動作を実現しかつ付着異物の研磨効率も高い研磨層、以上4層を主要部分として構成することにより、プローブを除去部材上で円滑に滑り動作させてプローブ先端の付着異物を効率よく除去できるよう

にしたものである。また、この除去部材を用いて効率的にプローブ先端の付着異物を除去するクリーニング方法およびこのクリーニング法によって先端の付着異物が接触特性に影響を及ぼさない程度にまで除去されたプローブを提供するものであり、さらに、この除去部材を適用してかかるクリーニング方法を実施しうるプロービング装置を提供するものである。

【0027】実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1におけるプローブ先端付着異物の除去部材の機能を示した図である。図中、1はプローブ、1cはプローブ先端球面、2はウエハテーブル、3はベース板、4は弾性変形する部材、4aは第1の弾性部材、4bは第2の弾性部材、5は研磨層、5aは硬質粒子、5bはバインダ材料、10はプローブカード、をそれぞれ示す。なお、図1では、プローブ先端1cが弾性変形する部材4の表面に接する部分を拡大して示している。

【0028】半導体チップのボンディングパッドにプローブを接触させて通電後の半導体チップのテストを実施するプローブカード10は、一般に金属の線材、例えばタングステンの針をパッド配列に合わせて基板に並べて構成されている。本実施の形態におけるプローブ先端付着異物の除去部材では、研磨作用のある研磨層5がプローブ先端球面1cに沿うようクリーニングシート基材として柔軟に弾性変形可能な部材4を使用している。かかる弾性変形可能な部材4は、柔軟に変形できる能力が高い材料から構成された第1の弾性部材4aと、プローブ先端1cとの接触により発生する引っ張り応力に抗することを可能とすべく膜厚が薄くかつ高い引っ張り強度を有する第2の弾性部材4bとの2層で構成されている。

【0029】図2に基づき本実施の形態におけるプローブ先端付着異物の除去部材、すなわちクリーニングシートについて説明する。

【0030】クリーニングシート表面は、プローブ先端1cの略球面形状（たとえば曲率半径 $R=5\sim 30\mu$ m）1cに沿って変形する。アルミニウムの付着が発生する領域であるプローブ先端面に密着可能な本実施の形態のクリーニングシートに関して、さらに詳細な構成を以下に説明する。なお、プローブ先端形状としては上述のような略球面形状のものとプローブ先端の略球面の一部に平坦部を設けたものに対して有効なクリーニングシートとなっている。

【0031】(1) クリーニングシートの構成

(a) 第1の弾性部材4a

第1の弾性部材4aの機械的性質として、第1の弾性部材4aの構成材料のヤング率が $5\sim 400\text{ kg f/mm}^2$ の範囲が望ましく、さらに $5\sim 100\text{ kg f/mm}^2$ の範囲がより好適である。かかるヤング率の範囲が好適な理由を以下に説明する。

【0032】第1の弾性部材4aのヤング率が $5\text{ kg f}$

／mm<sup>2</sup> 未満の場合は、プローブ先端1cの球面の直径Rが5～10μm程度であってもプローブ先端球面の80％程度の領域、すなわち投影面の直径比80％の領域に対してクリーニングシートを密着させることが可能である。プローブ先端1cの球面の直径Rが5μm以下であることはほとんどない現状を鑑みると、第1の弾性部材4aのヤング率は5kgf／mm<sup>2</sup> 以上で実用上充分である。一方、第1の弾性部材4aのヤング率が5kgf／mm<sup>2</sup> 未満の場合は、プローブ先端をクリーニングシートに実際に接触させても包み込み量が大きくなりすぎ、円滑な滑り特性が得られない問題が生じる。

【0033】また、上記ヤング率の上限についてはプローブ先端径や接触荷重に依存するものの、第1の弾性部材4aのヤング率とプローブ先端の形状およびプローブ接触力には一定の相関関係があり、想定し得る最も大きな先端球の直径R30～50μmを有するプローブ1を一般的な接触力5～10gで接触させた場合に、プローブ先端1cに付着しうるアルミニウム領域は高々直径10～20μmの円形状領域に過ぎず、この程度の円形状の領域をクリーニングできる柔軟性としては400kgf／mm<sup>2</sup> 程度以下であれば対応できるからである。

【0034】さらに、プローブ先端1cがクリーニングシートに上記アルミニウム付着領域を完全に覆うように接触することが理想的であるが、かかる状態を実現するには、第1の弾性部材4aのヤング率としては100kgf／mm<sup>2</sup> 以下がより好適である。

【0035】したがって、本実施の形態のプローブ先端付着異物の除去部材では、第1の弾性部材4aとして、例えばヤング率が100kgf／mm<sup>2</sup> 程度以下のシリコン樹脂（シリコンゴム）材料を使用しているが、上述の条件、つまり5～400kgf／mm<sup>2</sup> を満足する弾性材料であれば、他の樹脂材料、例えばウレタン樹脂、フッ素樹脂、ポリプロピレン樹脂、ゴム性質を有する材料等の板およびシート・フィルムでも同様な効果を奏することは言うまでもない。

【0036】最近、半導体チップの高密度化に伴う弊害として、信号入出力用のパッド（I/Oパッド）を増加させるために、半導体チップのドライブ電流を供給する電源パッドを減少させ、省電力設計とする一方で一つの電源パッドに流れる電流値が大きくなる傾向がある。すなわち、電源あるいはグランドパッドに接触しているテストプローブに流れる電流値も増大しており、接触部分の接触抵抗によるジュール発熱に起因したアルミニウムの溶着が問題となりつつある。この溶着アルミニウムはプローブ先端1cで溶着面積が拡大するように成長する。また、プローブ先端1cに付着した溶着アルミニウムが強固であるためプローブ1と半導体チップの電極パッドとの接触圧力によってプローブ先端1cに小さな凹みが形成されることがあるため、この溶着アルミニウムを除去するためにはますます、プローブ先端1cを包み込み

かつ柔軟に変形できるクリーニングシートが必要となってくる。この包み込み能力、すなわち、柔軟な変形能力を備えた材料として、第1の弾性部材4aのヤング率が400kgf／mm<sup>2</sup> 以下であることが必須となる。本実施の形態では、その一例として配合比率により硬さを若干変化させる二液混合硬化性のシリコンゴムを採用している。ただし、かかる性質を具備する材料は二液混合硬化性のシリコンゴムのみに限定されるものではなく、一般的なシリコンゴムで上述のヤング率の範囲内であるものであれば、第1の弾性部材4aとして使用可能である。

【0037】本実施の形態で使用したシリコンゴムは実質のヤング率10～30kgf／mm<sup>2</sup> と非常に柔軟性に富んだ材料であり、これでクリーニングシートの第1の弾性部材4aを構成した。

【0038】(b) 第2の弾性部材4b

本実施の形態のプローブ先端付着異物の除去部材では、上記第1の弾性部材4a表面に第2の弾性部材4bを形成して、プローブとの接触圧力によりプローブ先端1cが弾性変形する部材4に突き刺さらないようにしている。

【0039】例えば、プローブ先端径がφ30μmで先端球の直径Rが20μmのプローブが接触力7gでクリーニングシートに接触した場合、クリーニングシート表面に働く引っ張り応力は5kgf／mm<sup>2</sup> 程度になる。従って、柔軟性を維持したシリコンゴムの一般的な引っ張り強度ではプローブ先端1cがシリコンゴム表面を破り、シリコンゴム中に突き刺さってしまうことになる。プローブ先端1cがクリーニングシートに突き刺さるとプローブ1の変形を招き、プローブカードが使用不能になるので、必ず回避しなければならない。そこで、第1の弾性部材4a上に第2の弾性部材4bとして引っ張り強度の高い膜をコーティングして、プローブ1の接触応力に耐えうるようにしている。

【0040】かかる第2の弾性部材4bの引っ張り応力に関しては、プローブ先端1cの球の直径Rが30～50μm程度のプローブで接触力が5～7g程度の場合でも0.1kgf／mm<sup>2</sup> 未満の引っ張り応力を有する第2の弾性部材4b（例えばPETフィルム）では、第2の弾性部材4b自体の破れが生じることがわかった。従って、第2の弾性部材4bとしては0.1kgf／mm<sup>2</sup> 以上の引っ張り応力、つまり引っ張り強さが必要であるが、材料自体の引っ張り応力のばらつきを考慮すると、0.4kgf／mm<sup>2</sup> 以上がより好適である。

【0041】また、第2の弾性部材4bには第1の弾性部材4aの変形に追従できる柔軟性も要求されるため、上記2つの条件を満足する材料は、薄く成形でき、かつ引っ張り強度が高くて伸びのある樹脂材料に限定される。

【0042】かかる2つの条件を満足する材料として、

本実施の形態ではポリイミドフィルムを選択した。なお、本実施の形態の要件を満たす材料としてポリイミド系樹脂の他に、ポリアミド系樹脂、POM（ポリオキシメチレン）あるいはPES（ポリエーテルスルホン）樹脂等の各種エンジニアリングプラスチックが使用可能である。さらに、上記材料特性を満足する樹脂材料であれば、例えばポリエチレンとポリアミド系樹脂のラミネートフィルムやポリ塩化ビニルの繊維強化複合材料等、他の樹脂材料でも問題なく使用できる。

【0043】引っ張り強度の高い特性を活かしながら、第1の弾性部材4aの変形に追従し得るには、第2の弾性部材4bは可能な限り薄膜化することが望ましい。プローブ1の一般的な接触力の範囲である5〜10gで接触した際に、ヤング率が数10kgf/mm<sup>2</sup>である場合の第1の弾性部材4aの変形量（沈み込み量）は10μm以上となる。かかる変形量に追従しうる第2の弾性部材4bの膜厚についてポリイミド樹脂材料を使って実験した結果、第2の弾性部材4bの膜厚が20μm以下でないと変形能力（たわみ能力）が不足し、プローブ先端1cが包み込まれないことが分かった。実際第2の弾性部材4bが20μmの膜厚を超えると、プローブ1の接触による変形が第2の弾性部材4bの機械的強度に支配されるようになり、せっかく設けた第1の弾性部材4aの変形に追従できる柔軟性の効果が小さくなってしまふことが分かった。

【0044】また、第2の弾性部材4bの上述のたわみ能力が不足すれば、例えば100μm程度の狭ピッチで並ぶプローブ先端1cについて、接触によるクリーニングシートの変形が隣接するプローブの接触状態に影響し、複数ピンを接触させた場合に、ピン間のプローブはクリーニングシートとの接触面が小さくなってしまふ状態に陥る。すなわち、従来から市販されている数10μm以上（曲げ剛性あるいは撓み剛性が高い）のベースを有するフィルムタイプのクリーニングシートと上記クリーニングシートの下面に柔軟な材料を組み合わせる方法では本発明の目的を達成することは到底不可能であった。そこで、本実施の形態で採用した第2の弾性部材4bの膜厚は20μm以下に設定している。

【0045】また、実験の結果、第2の弾性部材4bの膜厚が5μm以下になると、プローブ先端1とクリーニングシートの接触性がさらに改善されるとともに、プローブ付着異物に対する研磨効果も一層向上することが明らかとなった。

【0046】一方、第2の弾性部材4bの膜厚の下限に関しては、後述する製造上の問題から、第2の弾性部材4bの膜厚を安定に制御するには、0.1μm以上に設定する必要がある。また、0.1μm未満の膜厚の第2の弾性部材4bでは、プローブ1の接触によってすぐに破れてしまうことが実験的に判明した。この原因としては、膜厚の均一性がクリーニングシート全体にわたって

一定でないからと推定される。ただし、かかる0.1μmという数値は第2の弾性部材4bを安定に形成する場合の下限であり、様々な製造時のプロセス変動要因を鑑みると、より安定に形成するためには、0.5μm以上がさらに好適である。

【0047】以上の考察から、第2の弾性部材4bの膜厚についてまとめると、0.1μm以上20μm以下の範囲が望ましく、0.5μm以上5μm以下がさらに好適であることがわかった。

【0048】(c) 研磨層5

上述の第2の弾性部材4b上に研磨層5を形成する。研磨層5はプローブ先端1cの付着異物を除去する機能と、プローブ先端面を滑り動作させる2つの機能を兼ね備える必要がある。そこで、研磨層5を、プローブ先端1cの付着異物を除去できる硬質粒子5aと、硬質粒子5aを固着させ、かつクリーニングシート表面を比較的滑らかな状態に維持できるバインダ材料5bとの混合層で構成した。

【0049】通常の研磨材料（特開平10-300777号公報で研磨層として示されているラッピングフィルムや研磨テープと呼ばれるもの）のように、研磨砥粒として使用されている硬質粒子5aが研磨層5の表面上に大きく露呈していると、プローブ先端面を傷つける不具合が生じる。なお、ここでいう傷とは深さ1μm以上の傷を意味する。

【0050】従って、プローブ1の接触圧力によって硬質粒子5aを固着しているバインダ材料5bの表面が破れるかあるいは変形することにより、硬質粒子5aの表面とプローブ先端1c表面が接触可能になるようにバインダ材料5bの割合を設定して、硬質粒子5aとバインダ材料5bの混合層とした。ここであえて混合層と呼ぶのは、硬質粒子あるいは硬質材料がプローブ1と直接接触する従来の研磨材料とは異なって、研磨層5が研磨作用と同時にプローブ1との円滑な滑り動作を実現する必要があり、また、硬質粒子5aを含有したバインダ材料5bもプローブ1との接触面圧の一部を負担しなければならないからである。

【0051】ここで重要なのは、引っ張り強度を受ける第2の弾性部材4bと研磨層5は明確に分離せねばならない点である。すなわち、引っ張り強度を受ける第2の弾性部材4bに研磨砥粒となる硬質粒子5aを直接固着しておくと、プローブ接触の際に硬質粒子5aを介してプローブ1の接触圧力が第2の弾性部材4bに直接伝達され、硬質粒子5aが第2の弾性部材4bを損傷させてしまい、その結果、引っ張り強度を受け持つ第2の弾性部材4bが破れ、プローブ1がクリーニングシートに突き刺さる不具合が生じる。かかる不具合に対処するため、研磨層5として硬質粒子5aとバインダ材料5bの混合層で構成し、硬質粒子5aが受ける力をバインダ材料5bで分散させることが重要である。第2の弾性部材

4bの膜厚に対して均一に砥粒が分散できる条件から使用可能な硬質粒子5aの粒径は、 $9\mu\text{m}$ 以下ならば使用可能であり、 $5\mu\text{m}$ 程度で充分効果を発揮することが判った。この硬質粒子 $5\mu\text{m}$ の粒径は一般的なクリーニングシート材料としては#3000程度に相当する。硬質粒子5aの粒径は小さいほど有効に機能するが、研磨作用の効果を鑑みるとその下限として $0.1\mu\text{m}$ 以上が望ましい。

【0052】本発明の実施の形態1におけるプローブ先端付着異物の除去部材では、硬質粒子5aとしてアルミナ砥粒(粒度：#8000、平均粒径 $2\mu\text{m}$ )を使用し、上記バインダ材料5bとしてウレタン樹脂系の樹脂材料を使用した。この場合の両者の配合比率はアルミナ砥粒：ウレタン樹脂＝1：4～1：8の体積比率であった。実験結果から、ウレタン樹脂の量が少なすぎれば、プローブ1が第2の弾性部材4bを破壊し、クリーニングシートに突き刺さるかアルミナ砥粒が脱落して発塵原因となることが分かった。また、ウレタン樹脂の体積比率が高すぎると、プローブ先端1cのアルミニウム付着物に対する研磨効率は低下することを見出した。

【0053】本実施の形態で使用したウレタン樹脂には適度な硬度があり、プローブ先端1cの滑り動作も良く、硬質粒子5aとの混合層(研磨層5)を形成するバインダ材料5bとして好適であった。また、ウレタン樹脂は、下地の第2の弾性部材4bとして採用したポリイミド樹脂に対しても適度な濡れ性と接着強度を確保することができた。ただし、ポリイミド樹脂等、高い機械的強度を有するエンジニアリングプラスチックは化学的にかなり安定であるため、ウレタン樹脂との接合強度を確保するためには上述のポリイミド樹脂の表面を例えばテトラヒドロフラン等の有機溶剤によって事前に膨潤・活性化させる必要があることが判明した。

【0054】また、実験の結果、アルミナ砥粒以外の各種硬質砥粒とウレタン樹脂の配合比率として、研磨層5全体に対して硬質砥粒の体積比率が5～70%の範囲でクリーニング効率とプローブ先端1cの滑り特性の両方が良好に確保でき、かかる範囲内で付着異物の研磨効率とプローブ先端1cとの滑り特性を両立しうる研磨層5を実現できることが分かった。また、硬質砥粒の体積比率が10～20%の範囲では、かかる効果はさらに有効となることが判明した。

【0055】本実施の形態の先行技術として取り挙げた特開平10-300777号公報にもバインダ材料5bと硬質粒子5aの配合比率が記載され、硬質粒子5aの体積比率は全体の80%程度(研磨砥粒：ポリエステル樹脂＝4：1)が良いとされているが、かかる先行技術で開示された一般的な配合比率、つまり体積比率80%程度では確かに付着異物に対する研磨効率は良好であるが、本発明の重要な目的の1つである研磨層5とプローブ先端1cの円滑な滑り動作が実現困難であることが本

実施の形態における実験で明らかになった。因みに、確実な研磨効率とは、プローブ1とクリーニングシートの強制接触量(オーバードライブ量)として50～100 $\mu\text{m}$ の相対変位量を与え、10～100回程度の接触を繰り返した場合にプローブ先端1cの付着アルミニウムが除去できる研磨効率を指す。

【0056】上述のように、研磨層5の構成要素としてアルミナ砥粒とウレタン樹脂を例にあげたが、硬質粒子5aとしてアルミナ以外にダイヤモンド、シリコン(Si)、炭化珪素(SiC)等のセラミックス粒子等の他、プローブ先端1cの付着異物を除去できる硬度を具備するものであれば他の材料でも良い。

【0057】また、バインダ材料5bとしてウレタン樹脂系の接着材の他に、エポキシ系、アクリル系等の接着材料も有効であり、さらに、第2の弾性部材4b(本実施の形態ではポリイミド材料)に対して密着性・接着性があり、プローブ1の接触力に対して簡単に剥離あるいは脱落しない材料強度がある材料であれば良い。

【0058】(d) ベース板3

本実施の形態におけるプローブ先端付着異物の除去部材の場合、ベース板3としてシリコンウエハを使用した。ウエハテーブル2を有するプロービング装置(半導体デバイスを作りこんだウエハをロード・アンロードしてプロービングテストする装置)が、クリーニングシートを認識し、ウエハテーブル2上でロード・アンロードできる形状であれば、樹脂板、金属板にオリフラ形状やノッチ加工をすることで使用可能となる。

【0059】(2) クリーニングシートの製造方法

次に、上述の構成を有するプローブ先端付着異物の除去部材、つまりクリーニングシートの製造方法の要点について説明する。第2の弾性部材4bを $20\mu\text{m}$ 以下の薄膜として第1の弾性部材4a表面に設けるためには製造方法に以下の工夫を要する。

【0060】まず、第1の弾性部材4aの平面度を確保する必要がある。プローブ1が接触するクリーニングシートとして、多数のプローブ先端1cを同時にクリーニングシート表面に接触させるためには一般的なプローブ先端1cの高さばらつき $\pm 10\mu\text{m}$ に対して、その半分である平面度 $10\mu\text{m}$ 程度が必要であることは当然であるが、この第1の弾性部材4a表面に $20\mu\text{m}$ 以下の均一な第2の弾性部材4bからなる薄膜をスピンコート法によって形成する観点からも、 $10\mu\text{m}$ 以下の平面度を確保する必要がある。

【0061】そこで、第1の弾性部材4aを成膜する方法として、図1あるいは図2に示したベース板3を基板材料として、基板材料表面に二液混合硬化性のシリコン材料を流して載せ、平面度と平行度を確保した金型でプレス成形することで、第1の弾性部材4aの表面の平面度を $10\mu\text{m}$ 以下にすることができた。なお、使用した基板材料は8インチのシリコンウエハであり、基板材料

自体の平面度は $5\mu\text{m}$ 以下であった。

【0062】一般的に数本〜数千本並べられたプローブカードのプローブ1の高さばらつきはMax-Minで $20\mu\text{m}$ 程度生じ、第1の弾性部材4a自体の平面度が $10\mu\text{m}$ 、プロービング装置のウエハテーブル2の高さ位置決めばらつきが $10\mu\text{m}$ であることから、複数のプローブ1を立てたプローブカード全体でプローブ先端1cがクリーニングシートに全て良好に接触するには、第1の弾性部材4aの沈み込みストロークに余裕をみると、第1の弾性部材4aの膜厚として $50\mu\text{m}$ 以上が必要であり、かかる知見から本実施の形態では第1の弾性部材4aの膜厚を $100\mu\text{m}$ に設定した。しかし、本発明に関して実施した実験ではプローブ1がクリーニングシートと接触することで多少プローブ先端1cの高さばらつきが矯正されるため、第1の弾性部材4aは $30\mu\text{m}$ の膜厚でも最低の機能が発揮できることが判明した。

【0063】本実施の形態では第1の弾性部材4aをプレス成形したが、均一な膜厚を有したシリコンゴムのシートがあれば、ベース板3上部にかかるシリコンゴムシートを貼り合わせて第1の弾性部材4aとして使用してもなんら問題はない。

【0064】次に、第2の弾性部材4bを薄膜化して第1の弾性部材4aの表面に形成する必要がある。 $20\mu\text{m}$ 以下の膜厚の薄膜を均一性よくかつ安定に形成するにはスピコート法を用いるのが最も適切であるが、スピコート法を使用するには第2の弾性部材4bの元となる材料の当初の形態は液体状でなければならない。液状で薄くコーティングした後に硬化させて引っ張り強度の高い膜となる機能を発揮する材料としては、本実施の形態で用いたポリイミドが最適な材料であった。しかし、ポリイミドを硬化する際にベーク(焼成)する必要があるが、第1の弾性部材4aにシリコンゴムを適用しているため、シリコンゴムの耐熱温度以下のベーク温度で焼成しなければならないという制約がある。

【0065】そこで、本発明の実施の形態ではベーク温度が $300^{\circ}\text{C}$ 以下のポリイミド材料を選択して、第2の弾性部材4bを構成している。また、シリコンゴム上にポリイミド原材料を塗布する際、シリコン樹脂表面をNMP(N-2メチルピロリドン)等の有機溶剤を使って事前に清浄化・活性化して濡れ性を向上させた上で塗布している。ただし、ポリイミド、ポリアミド等の $20\mu\text{m}$ 以下の膜厚を有するフィルムを用意して第1の弾性部材4a表面に真空プレスあるいはローラーによるラミネート法によって重ねて形成しても良く、かかるラミネート法により工業的に量産しやすくなることは言うまでもない。

【0066】ここで重要な点は、本発明で記述している第2の弾性部材4bと研磨層5を組み合わせたものの代替品として従来から存在するクリーニングシート、すなわちベース材料の厚みが数 $10\mu\text{m}$ 以上あるクリーニン

グシートをそのまま適用してもベース材料の曲げ剛性あるいは撓み剛性が大きすぎるため、プローブ先端形状に沿って変形することができず、市販の最もベース材料の薄いクリーニングシートを使用してもプローブ先端直径の3分の1程度の接触面積しか得られないことである。

【0067】これに対して本実施の形態で示された膜厚 $20\mu\text{m}$ 以下の第2の弾性部材4bを適用することで、一般的なプローブ先端径( $\phi 10\sim 60\mu\text{m}$ )を有するプローブ先端の80%程度をカバーできるクリーニングシートを得ることが可能となる。

【0068】以上のように、基板材料としたベース板3上に柔軟性を有する第1の弾性部材4aを厚く形成し、第1の弾性部材4a上に第2の弾性部材4bを $0.1\sim 20\mu\text{m}$ の樹脂薄膜で形成し、さらに、硬質粒子5aとバインダ材料5bを上述の所定の混合比で構成した研磨層5を第2の弾性部材4b上に形成することで、プローブ先端形状に沿いながら効率よくプローブ先端1cの付着異物を除去できるクリーニングシートを製造することができた。

【0069】本発明のクリーニングシートはベース板3、弾性変形する部材4、研磨層5を含めてトータル厚みが $1.5\text{mm}$ 以下となるように設計している。このクリーニングシートの厚みを制限し、軽量化することでプロービング装置のローダー負荷を軽減できるとともに、従来のウエハ搬送治具をそのまま流用することが可能となり、あたかも半導体ウエハと同様にロード・アンロードすることが可能となる。ただし、本発明のクリーニングシートのトータル厚みが $1.5\text{mm}$ 以上となっても、クリーニングシート本来の効果が損なわれる訳ではない。

【0070】実施の形態2、図3および図4に基づきながら、本発明の実施の形態2におけるプローブ先端付着異物の除去部材を適用したプローブのクリーニング方法について説明する。図中、1bはプローブ水平部、6aはかき取られた異物、6bはスクラブ痕、をそれぞれ示す。

【0071】実施の形態1でも述べたように、最近特に半導体チップの大容量化に伴い、電源あるいはグラウンドに流れる電流が増加する傾向にあり、プローブ1の接触応力と通電電流による発熱が相乗効果を生じ、プローブ先端1cへのアルミニウム溶着が増えている。例えばDRAM等ではメモリ内容保持のためのリフレッシュ動作に伴う一定時間毎のパルス的な電流供給を行っているが、半導体チップの電源ピンに流れる電流は瞬時ではあるが $300\text{mA}$ に達する(インラッシュ電流)場合もあり、プローブ先端の球の直径Rを $30\mu\text{m}$ とすると、この部分の電流密度は $400\text{A}/\text{mm}^2$ を超えるレベルに達しており、瞬時の発熱によってプローブ先端1cが瞬間的ではあるものの数百度に上昇することもある。

【0072】このため、例えば高融点のタングステン材



料で作られたプローブでも実施の形態1の図2に示したようにプローブ先端1cの付着異物1aであるアルミニウムがプローブ材料側に食い込んで付着してしまう現象が生じた。このプローブ側に食い込んだ付着アルミニウムは従来のクリーニングシートでは除去しにくく、かかる付着アルミニウムが核となってさらにアルミニウムの付着領域が拡張し、プローブの電気的接触性能が劣化することが本発明者らの研究によって明らかになってきた。

【0073】図3に基づき、ウエハテストに用いるプロービング装置を用いた従来および本実施の形態のクリーニング方法について説明する。なお、図中のクリーニングシートは便宜上、従来ではなく実施の形態1のものを記載している。

【0074】カンチレバー方式と呼ばれるプローブカードは、プローブカード10の基板に並べられたプローブ1が、プローブ先端球面1cを有しほぼ垂直に立てられた部分と、プローブカード10に接続されプローブカード10の基板に固定されているプローブ水平部1bから構成されている。従来のクリーニングシートでは、プロービング装置のウエハテーブル2（ウエハチャックトップとも言う）に搭載したクリーニングシートとプローブカード10のプローブ先端1cをわずかに接触させた後オーバードライブ（O. D.）と呼ばれる動作、すなわちウエハテーブル2のZ方向（上下方向）動作でプローブ先端1cを従来のクリーニングシートに突き刺すことにより、プローブ先端1cをクリーニングしていた。この突き刺し動作を実施の形態1で示したクリーニングシートに使用することで、プローブ先端1cをクリーニングシート表面を滑らせることによりクリーニング可能になった。

【0075】すなわち、実施の形態1のクリーニングシートでは、クリーニング機能を発揮する研磨層5の下地に2層構成の弾性変形する部材4を設けたことで、ウエハテーブル2のZ方向動作に伴い、滑り動作を起こすことが可能となった。これは、図3に示すようにプローブ先端球面がクリーニングシート表面に接触した後、さらにZ方向にウエハテーブル2を上昇（オーバードライブ）させることで、プローブ1が持ち上げられるが、このときプローブ水平部分1bが上方に回転動作することで、クリーニングシート上でプローブの滑り動作（スクラブ量）が発生する。

【0076】従来のクリーニングシートであれば、オーバードライブした後、ほぼすぐにクリーニングシート内部にプローブ先端1cが食い込むが、クリーニングシートの表面が破れない実施の形態1のクリーニングシートはプローブ1からの反作用による力（接触部位に発生する引っ張り応力）を支えるので、プローブ水平部分を上方に曲げて回転させるため、クリーニング上のプローブ先端が移動する結果、一定のスクラブ動作、すなわち

滑り動作が生じる。

【0077】一般的なプローブカードを用いた場合、70 $\mu$ mのオーバードライブ量で20～30 $\mu$ m程度の滑り量が発生する（プローブ高さのばらつきの影響で滑り量がばらつく）。この滑りによって、プローブ先端1cの付着異物とクリーニングシートのセラミック部材が接触して摩擦動作を実現し、プローブ先端1cの付着異物が除去されることになる。しかしながら、従来方法で生じるウエハテーブル2のZ方向、すなわち上下方向動作に伴い発生するプローブの滑り動作では、一回当たりの滑り量が30 $\mu$ m程度であるため、付着異物を完全に除去するにはかかる接触動作を何回も繰り返す必要があった。

【0078】一方、本発明のクリーニングシートがプローブ先端1cに発生する接触応力に対して破れることがなく、さらに、プローブ先端1cがクリーニングシート表面に接触しながら滑る性質を利用すれば、効率の良いクリーニング方法が得られる。すなわち、Z方向に対する一定のオーバードライブ量を与えた後に、ウエハテーブル2をX-Y方向、つまり水平方向に移動させ一気に長距離の滑り量を得る。このクリーニング方法によれば滑り量を30mmとするだけで、従来のクリーニング方法におけるZ方向オーバードライブによる滑り量30 $\mu$ mを1000回繰り返すことに相当する。

【0079】また、かかるクリーニング方法では、最も効果的な接触圧力を一定に保ちながら滑り動作を起こすことが可能となるため、単純な回数比例による計算よりはるかに高い付着異物に対する研磨効率が見られる効果をもたらす。

【0080】なお、かかるクリーニング方法は、従来の突き刺しタイプのクリーニングシート、あるいは第2の弾性部材4bに相当する部分が厚いベースフィルムで構成されているクリーニングシートでは実現できなかったクリーニング方法である。

【0081】実施の形態3、実施の形態1のクリーニングシートを使って長距離の滑り量が発生させると、プローブ先端1cにクリーニングシート表面の研磨層5の構成材料がプローブ先端1cでかきとるため、かきとられた構成材料がプローブ先端1cに付着してくることがある。この場合、プローブ先端1cとクリーニングシートの滑り動作を起こす軌跡を予め閉ループ形状に設定すると、例えば図4に示すような四角形の閉ループ運動時には、それぞれのコーナー部分でかきとられた構成材料6aがプローブ1から離脱するので、上述のトラブルを解決できる。閉ループ形状の中で、一回転以上の滑り動作を起こしておけば、さらにかきとられた構成材料をクリーニングシート側に残存し得る確率が高められる。

【0082】また、閉ループ動作以外にもジグザグあるいはS字形状の連続動作によって、かきとられた構成材料をクリーニングシート側に残存し得る確率が高められ

る。

【0083】なお、閉ループ形状は円あるいは四角形等特に限定されるものではない。また、単純に往復動作を与えるだけでも同様の効果が期待できるが、これもプロービング装置のがたつきなどを考慮すれば、厳密には閉ループ軌道を描いているといえる。

【0084】図5にプロービングテストを繰り返すことでプローブ先端1cにアルミニウムが付着している状態におけるSEM (Scanning Electron Microscope) 観察像の模式図を示す。上記アルミニウムが付着したプローブを従来および本発明によるクリーニングシートでクリーニング効果を比較した結果を、SEM観察像を模式化した図6、図7にそれぞれ示す。なお、図中、1dは研磨傷を示す。

【0085】図6に示す従来のクリーニングシートでクリーニングしたプローブ先端1cには、クリーニングシートとの接触に起因して発生した傷が滑り方向に形成されていることが確認された。図6から付着したアルミニウムはほぼ除去されているが、クリーニングシートの柔軟性に不足があることからクリーニング領域の縁に若干の付着異物1a、すなわちアルミニウムが残っていることが分かる。また、プローブ先端1cの傷跡の様子からプローブ先端径（この場合 $\Phi 30\mu\text{m}$ ）の3分の1程度の接触面積しかないことが分かる。

【0086】図7は実施の形態1のクリーニングシートを用いて実施の形態2によるプロービング装置のウエハテーブル移動による閉ループ（四角形状の軌跡）の滑りの軌跡を与えてクリーニングを実施したとき（このときの強制接触量、いわゆるオーバードライブ量は $50\mu\text{m}$ となっている。）のプローブ先端1cのSEM観察像の模式図であるが、プローブ先端1cから付着アルミニウムがほぼ完全に除去されていることが分かる。

【0087】また、四角形状の閉ループの滑りの軌跡を与えたため、プローブ先端面には互いに直交する研磨傷1dが認められた。研磨傷1dが直交して形成されることから、研磨による傷の深さが浅くなる効果も判明した。図7に示したプローブ先端面の面粗さは $R_{\text{max}}=0.1\mu\text{m}$ を下回る鏡面状態となっており、この後に実施した接触抵抗測定実験において、50000回のコンタクトという過酷な条件下でも、 $0.5\Omega$ 以下の非常に安定した接触抵抗を示すことが実証された。

【0088】また、研磨による傷跡1dからプローブ先端直径に対して80%以上の面積範囲をクリーニングできていることも確かめられた。このとき使用したプローブカードはプローブ間ピッチ $200\mu\text{m}$ 程度で20ピンを有するものであったが、すべてのプローブについて、図7に示すような状態が確認できた。因みに、これら一連の結果は発明者らが実施したプローブ先端部のSEM観察によって得られたものである。

【0089】なお、ウエハテーブルのX-Y面内の移動

でクリーニングを実施しようとする場合、一般的なZ方向動作のクリーニング回数から推定されるトータルの滑り量 $0.6\text{mm}$ （滑り量 $30\mu\text{m} \times 20$ 回）以上の滑りを発生できるように、従来のプロービング装置を改造する必要があった。

【0090】以上の結果から、今後増加する予想される垂直タイプのプロブカード、あるいは電気接触のための突起が平面的に並べられたメンブレンタイプのプロブカードのプロブ先端のクリーニング方法として、本発明のクリーニングシートおよびウエハテーブルを移動させてクリーニングする方法は必須となると考えられる。

【0091】比較として従来のクリーニングシートを使用してX-Yウエハテーブル2の水平動によってプローブの閉ループ状軌跡に沿った滑り動作を与えたところ、オーバードライブ量 $50\mu\text{m}$ 以下程度でもクリーニングシートから受ける反作用による力が大きいため摩擦抵抗も増大し、本来滑りが発生する方向に対して、つまりプローブに平行な方向に対して横方向の滑りを与えた場合にプローブ形状が変形してしまうことが分かった。

【0092】実施の形態4。次に、図8に基づき、本発明の実施の形態4におけるプローブ先端付着異物の除去部材について説明する。図中、5cはオーバーコート膜を示す。

【0093】実施の形態2で示したように、実施の形態1によるクリーニングシートを研磨効率よく使用すると、プローブ先端の付着異物やクリーニングシート表面の硬質粒子あるいはバインダ材料が脱落し、発塵の原因となる場合がある。

【0094】そこで、本実施の形態のプロブ先端付着異物の除去部材では、実施の形態1に示したクリーニングシートの研磨層5の表面に、軟質金属のオーバーコート膜5cを設けている。オーバーコート膜5cに軟質金属を用いることで、上述の研磨時に発生する発塵を軟質金属膜で捕捉することが可能となり、かかる発塵を効果的に抑制できる。なお、ここで軟質金属とは、例えば材料の伸びが10%以上を示すアルミニウムや銅、金、銀等を指す。

【0095】また、従来のプロービング装置ではクリーニングシートとの接触を顕微鏡の目視で実施していたが、実施の形態1のクリーニングシート表面にさらに導電性の軟質金属膜であるオーバーコート膜5cを設けることで、プローブとクリーニングシートの接触を電氣的に検出できるようになり、より一層正確なオーバードライブ量を与えることが可能となる。

【0096】本実施の形態においては、オーバーコート膜5cとしてアルミニウムをスパッタリングして成膜しているが、かかるアルミニウムの膜厚は $0.5\mu\text{m}$ 以下と薄く設定している。これは、オーバーコート膜厚が厚くなれば発塵抑制効果が高まる一方で、研磨効率が低下

するために適当な膜厚に設定する必要があるからである。

【0097】オーバーコート膜5cの膜厚が $3\mu\text{m}$ を超えると、概ね研磨効率が悪化することが実験的に確認された。また、オーバーコート膜5cの膜厚が $0.01\mu\text{m}$ 未満になると、発塵抑制効果が低下することが確かめられた。よって、オーバーコート膜5cの有効な膜厚範囲としては $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下が好適である。

【0098】本実施の形態ではオーバーコート膜5cの材料としてアルミニウムを例に挙げたが、アルミニウム以外の金属でも材料の伸びが大きく、電気抵抗を顕著に増大せしめない金属材料であれば、金、銀あるいは銅、その他の軟質金属を使用しても問題はない。

【0099】なお、上述の各実施の形態では、便宜上プローブによって検査される対象を半導体チップとして説明したが、例えば液晶のような表示デバイスについても、同様に適用可能であることは言うまでもない。

【0100】

【発明の効果】本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、ベース板と、ベース板上に形成された第1の弾性部材と、第1の弾性部材上に形成された第2の弾性部材と、第2の弾性部材上に形成され硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層と、で構成したので、プローブ先端形状を保持しながら、プローブ先端の付着異物を効率的にクリーニングできる。

【0101】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の第1の弾性部材のヤング率を $5\text{kgf/mm}^2$ 以上 $400\text{kgf/mm}^2$ 以下としたので、除去部材に対してプローブの円滑な滑り特性が得られる。

【0102】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の第2の弾性部材の膜厚を $0.1\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下としたので、第1の弾性部材の変形に追従できる効果がある。

【0103】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の第2の弾性部材の引っ張り強さを $0.1\text{kgf/mm}^2$ 以上としたので、プローブの接触に対して第2の弾性部材が破られない効果がある。

【0104】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の研磨層に対する硬質粒子の体積比率を5%以上70%以下としたので、プローブ先端の付着異物の除去効率と、除去部材に対するプローブ先端の滑り特性との両方を良好に保つ効果がある。

【0105】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の硬質粒子の粒径を $0.1\mu\text{m}$ 以上 $9\mu\text{m}$ 以下としたので、第2の弾性部材に対して硬質粒子を均一に分散させることができる。

【0106】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述の研磨層の表面に、さらに金、銀、銅あるいはアルミニウムに代表される軟質金属から

なるオーバーコート膜を設ける構成としたので、研磨層から発生する発塵をオーバーコート膜で捕捉する効果がある。

【0107】また、本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材では、上述のオーバーコート膜の膜厚を $0.01\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下としたので、発塵抑制効果と研磨効率の両方を良好に保つ効果がある。

【0108】本発明に係るプローブ先端付着異物の除去部材の製造方法では、ベース基板上に第1の弾性部材を成膜する工程と、第1の弾性部材上に第2の弾性部材を成膜する工程と、第2の弾性部材上に硬質粒子とバインダ材料で構成された研磨層を成膜する工程と、を含んでなることとしたので、プローブ先端形状を保持しながら、プローブ先端の付着異物を効率的に除去できる除去部材を再現性よく製造できる。

【0109】本発明に係るプローブ先端付着異物のクリーニング方法では、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブを、ウエハステージ上に設置された上述の除去部材上に閉ループ形状の軌跡を描くべく滑り動作させてプローブの先端付着異物を除去させることとしたので、プローブ先端形状を保持しながら、プローブ先端の付着異物を効率的にクリーニングできる。

【0110】本発明に係るプローブでは、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈し、上述のクリーニング方法によって先端付着異物を除去したので、測定時に接触抵抗を小さく維持できるプローブが得られる。

【0111】本発明に係るプロービング装置では、先端が略球面形状または略球面の一部に平坦部のある形状を呈するプローブと、上述のプローブ先端付着異物の除去部材と、設置されたかかる除去部材上でこのプローブを閉ループ形状の軌跡に滑り動作可能なように設けられた水平方向および上下方向に移動可能なウエハステージと、を備えたので、プロービング装置の一部をなすプローブの先端形状を保持しながら、プローブ先端の付着異物を効率的かつ容易にクリーニングできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係わる図で、研磨フィルム構成とプローブの接触の様子を示した図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係わる図で、研磨フィルムとプローブ接触の詳細を示した図である。

【図3】 本発明の実施の形態1および実施の形態2に係わる図で、クリーニングシートのオーバードライブの概念について示した図である。

【図4】 本発明の実施の形態2に係わる図で、プローブがクリーニングシートと滑り動作する場合の軌跡について示した図である。

【図5】 アルミニウムが付着したプローブ先端のSEM

観察写真に基づく模式図である。

【図6】従来のクリーニングシートを使用した場合のプロップ先端のSEM観察写真に基づく模式図である。

【図7】本発明によるクリーニングシートを使用した場合のプロップ先端のSEM観察写真に基づく模式図である。

【図8】本発明の実施の形態3に関わる図で、実施の形態1のクリーニングシートに発塵抑制用のオーバーコートを設けたクリーニングシートの断面構成について示した図である。

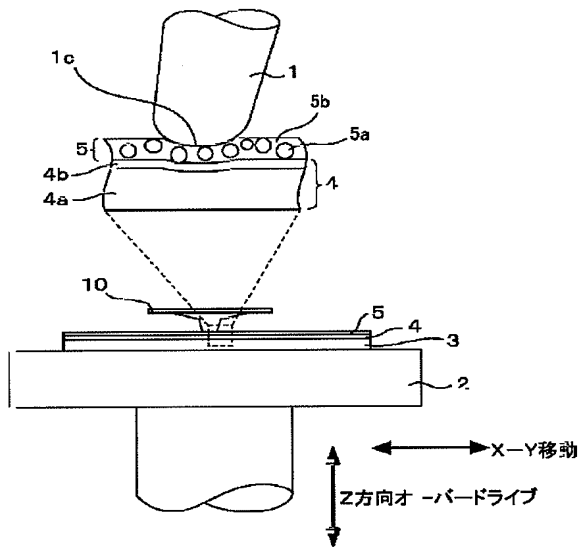
【図9】従来のクリーニングシートによるクリーニン

グ方法を示した図である。

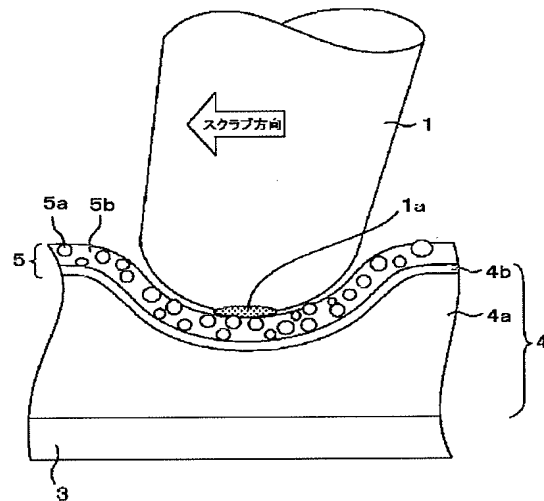
【符号の説明】

1 プロップ、1a 先端付着異物、1b プロップ水平部、1c プロップ先端球面、1d 研磨傷、2 ウエハテーブル、3 ベース板、4 弾性変形する部材、4a 第1の弾性部材、4b 第2の弾性部材、5 研磨層、5a 硬質粒子、5b バインダ材料、5c オーバーコート、6a かきとられた異物、6b スクラブ痕、10 プロップカード、102 母材、103 微粉研磨剤。

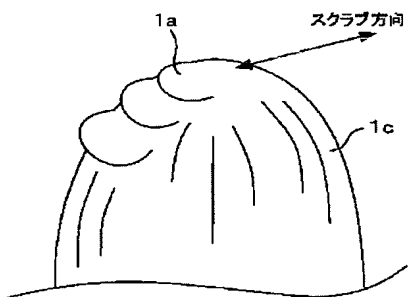
【図1】



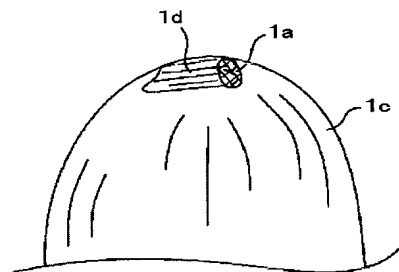
【図2】



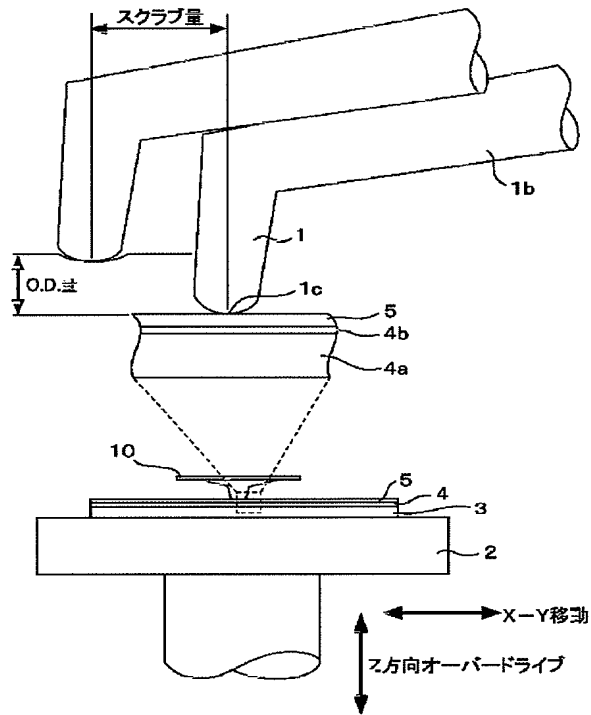
【図5】



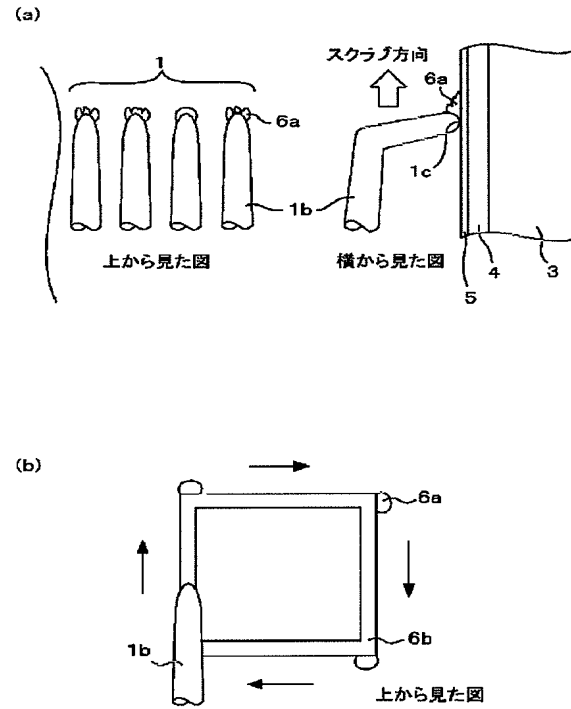
【図6】



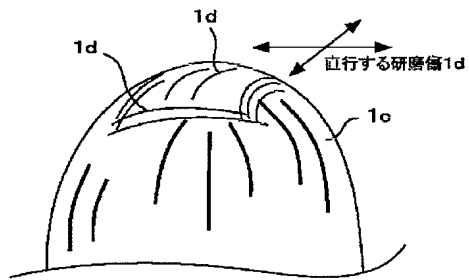
【図3】



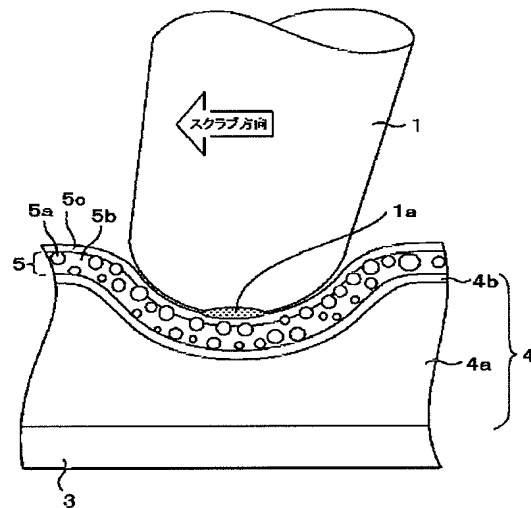
【図4】



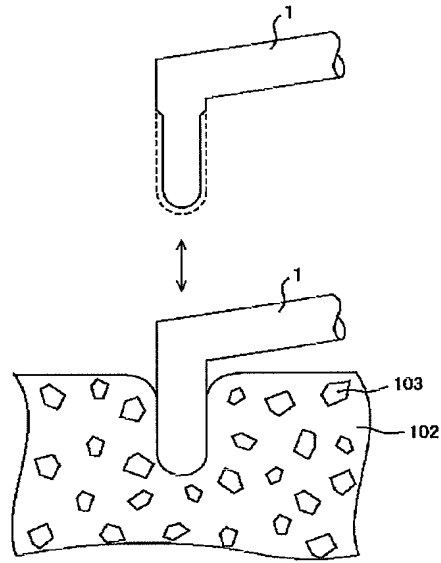
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 加柴 良裕  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 2G003 AG03 AH07  
2G011 AC13  
4M106 AA01 BA01 DD18 DJ38